

Aalto-yliopisto  
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu  
Maisema-arkkitehtuurin koulutusohjelma  
13.05.2020

# KAUPUNKIRANTOJEN LUONTOPOHJAINEN SUUNNITTELU

Kandidaatintyö  
Sonja Kinner



---

**Tekijä** Sonja Kinner

---

**Työn nimi** Kaupunkirantojen luontopohjainen suunnittelu

---

**Laitos** Arkkitehtuurin laitos

---

**Koulutusohjelma** Maisema-arkkitehtuuri

---

**Vastuuopettaja** Ranja Hautamäki

---

**Ohjaaja** Matleena Muhonen

---

**Vuosi** 2020

**Sivumäärä** 35

**Kieli** suomi

---

### Tiivistelmä

Kaupunkien rannat rakennetaan usein jyrkiksi muureiksi kaupungin ja vesistön rajalle. Tämänkaltaisen ranta on luonnon monimuotoisuuden kannalta köyhä ratkaisu. Samalla kun rantoja rakentuu, vähenee eliöstön monimuotoisuutta ylläpitävien ranta-alueiden määrä. Rantarakentaminen ja vesistöjen ravinnekuorman aiheuttama saastuminen uhkaavat rantaekosysteemien toimintaa, millä on vaikutusta myös ihmisiin.

Työ tarkastelee rantaa molemmiin puoliin rantaviivaa olevana kokonaisuutena - sekä mantereista osaa että veden alle jäävää osaa. Työssä tutkitaan, mitä asioita suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon, jotta myös kaupunkien rannat tarjoaisivat suotuisia pesimä- ja elinympäristöjä vesirajassa elävälle runsaalle lajimäärälle. Lisäksi työssä tutkitaan, millaisia hyötyjä tämänkaltaisella suunnittelulla saadaan aikaan.

Tutkittu kirjallisuus antaa viitteitä siitä, että ihmisen on mahdollista rakentaa toimivia ekosysteemejä. Huolellisella suunnittelulla rakennettu ekosysteemi voi toimia hyvänä korvaajana luonnon ekosysteemeille. Tärkeimmäksi rantojen monimuotoisuutta tukeviksi suunnitteluperiaatteiksi nousee esiin suuressa mittakaavassa yhtenäinen viher- ja sinirakenne. Näihin on mahdollista vaikuttaa kaavoituksessa huolehtimalla viheralueiden riittävästä koosta, luomalla rannoille oma hoitoluokitusjärjestelmä sekä huolehtia viher- ja sinirakenteen kytkeytyneisyydestä. Tarkemman mittakaavan suunnittelussa tärkeiksi suunnitteluperiaatteiksi nousevat rantaviivan muotoilu ja sen mahdollistamat vaihtelevat kasvillisuustyyppit. Vaihtelevat maastonmuodot ja vaihteleva kasvillisuus tukevat luonnon monimuotoisuutta parhaiten. Kuitenkin myös teknisiä rantoja on mahdollista parantaa monimuotoisuutta tukevammiksi. Kasvillisuutta voi hyödyntää myös ihmistä hyödyttävänä rakenteena estämään tulva- ja myrskytuhoja, eroosiota, sekä eheyttämään rantojen tukirakenteita.

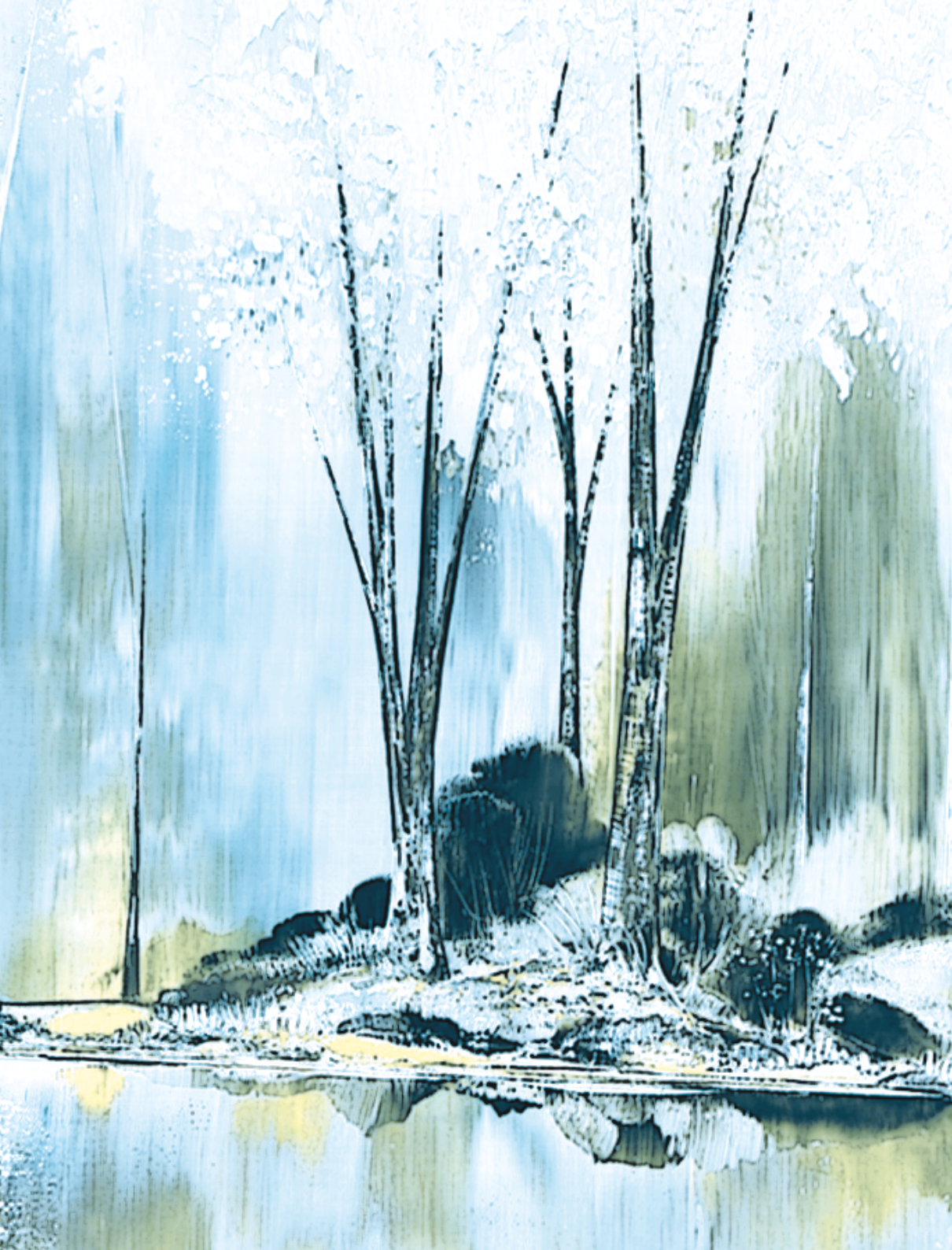
---

**Avainsanat** Kaupunkiranta, luontopohjainen suunnittelu, monimuotoisuus, kaupunkisuunnittelu

---

# SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>KAUPUNKIRANTOJEN MERKITYS</b>	<b>5</b>
2.1	Rantojen rooli kaupunkisuunnittelussa	5
2.2	Monimuotoisuus kaupunkirannoissa	6
2.2.1	Monimuotoisuuden tilanne maapallon mittakaavassa	6
2.2.2	Ekologisen verkoston toimintaedellytykset	7
2.2.3	Rantakasvillisuuden hyödyt luonnon monimuotoisuudelle	7
2.3	Rantakasvillisuuden käyttö tulvahallinnassa ja eroosion ehkäisyssä	9
2.4	Kaupunkirantojen sosiaalinen merkitys	11
<b>3</b>	<b>MERENRANTALUONNON TILA SUOMESSA</b>	<b>12</b>
3.1	Itämeren rannikon luontotyyppien tila	12
3.2	Kaupunkien tuottamat suurimmat uhat rannikon luontotyypeille	13
3.3	Rakentamisen vaikutukset rantaluonnon luontotyypeihin	15
3.4	Kompensaatio ja ennallistaminen	16
<b>4</b>	<b>MONIMUOTOISUUTTA TUKEVA SUUNNITTELU</b>	<b>19</b>
4.1	Ekologinen verkosto	19
4.2	Reunan rooli suojaavana vyöhykkeenä	21
4.3	Rannan muotoilun vaikutukset rannan monimuotoisuuteen	22
4.4	Dynaaminen kasvillisuus	25
<b>5</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>26</b>
	<b>LÄHDELUETTELO</b>	<b>31</b>





# 1 JOHDANTO

Rannat ovat olleet kaupungeille merkittäviä kautta historian. Satamat ovat tuoneet kaupungeille kaupankäynnin verkoston, ja viljavia tulvaniittyjä on hyödynnetty peltoina ja laitumina. Monet nykyaikaiset kaupungit työntävät rantaviivaansa merelle, ja niiden rannat luodaan enenevässä määrin täyttömaiden avulla.

Rannat rakennetaan monesti jyrkiksi muureiksi kaupungin ja vesistön rajalle. Tämänkaltaisen ranta on luonnon monimuotoisuuden kannalta köyhä. Kun rantoja rakentuu, vähenee samalla eliöstön monimuotoisuutta ylläpitävien luonnonrantojen määrä. Samaan aikaan rantoihin kohdistuu aiempaa enemmän haasteita ilmastomuutoksen ja ympäristön saastumisen sekä roskaamisen takia. Tiedon lisääminen ja luontopohjaisten ratkaisujen kehittäminen ja laajempi käyttöönotto mahdollistaa maankäytön, joka palvelee kaupunkeja ja toisaalta tukee luonnon monimuotoisuutta.

Tällä hetkellä tietoa on kerätty lähinnä merien tilasta, ja merenpohjien luontotyyppejä on viime vuosina alettu kartoittamaan aiempaa laajemmin. Rannoista löytyy silti tietoa varsin niukasti. Rantojen ja rantavesien monipuolistamiseen on kokeiltu ympäri maailmaa erilaisia metodeja ja materiaaleja. Suurin osa näistä kokeiluista keskittyy vedenalaisen lajiston monipuolistamiseen tähtääviin toimiin. Harvemmin on tutkittu vesirajan ja vedenpinnan yläpuolelle jäävien elinympäristöjen monipuolistamistoimia.

Ihminen voi luoda hyvää ja monimuotoista ympäristöä, joka on jopa laajirikkaampaa ja tehokkaampaa mitä paikalle syntyisi luonnostaan. Tarvitaan lisää tietoa ja perusteluita, jotta tämänkaltaisia suunnitteluratkaisuja otetaan enemmän käyttöön ja rantakasvillisuuden ja -rakenteiden vaikutukset ymmärretään. Rantakasvillisuus ei ole vain 'vehreää' esteettistä massaa, vaan sitä voi hyödyntää lisäämään kaupunkien resilienssiä eli vastustuskykyä

ympäristön muutoksille ja ilmastonmuutokselle.

Rantoihin liittyy eroosion ja hulevesien vaikutus sekä myös eliöiden elinpiirit. Rannat ja rantakosteikot ovat monessa mielessä tärkeitä niin ihmisten kuin luonnon hyvinvoinnin kannalta. Hyvin moni eläinlaji, niin vedessä, maalla kuin ilmassa elävä, on jossain elämänsä vaiheessa rannoista riippuvainen. Hyvin suunnitellut rantapuistot tai rantarakenteet voivat ehkäistä tai vähentää luonnon köyhtymistä.

Tämä kandidaatintyö tarkastelee rantaa molemmin puolin rantaviivaa olevana kokonaisuutena - sekä mantereista osaa että veden alle jäävää osaa. Työ pyrkii selvittämään seuraavia asioita:

Mitä asioita suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon, jotta myös kaupunkien rannat tarjoaisivat suotuisia pesimä- ja elinympäristöjä vesirajassa elävälle runsaalle lajimäärälle? Millaisia hyötyjä tämänkaltaisen suunnittelu mahdollistaa kaupungeille ja luonnolle?

Työn tutkimusmenetelmä on kirjallisuuskatsaus. Tässä työssä keskitytään erityisesti Itämeren ympäristön kaupunkirantojen suunnitteluun. Osa kerätyistä tiedoista on yleistettävissä myös joki- ja järvenrantakaupunkeihin.

Luvussa 2 esitellään rantojen merkitystä kaupunkisuunnittelussa ja niiden vaikutusta monimuotoisuuteen. Lisäksi esitellään keinoja parantaa kaupunkien tulvanhallintaa ja eroosion ehkäisyä rantakasvillisuuden avulla sekä selvitetään rantakasvillisuuden merkitystä kaupungin asukkaiden henkiseen ja fyysiseen hyvinvointiin. Luku 3 käsittelee merenrantaluonnon nykytilaa Suomessa, siihen kohdistuvia uhkia ja rantarakentamisen ympäristövaikutuksia. Lisäksi tarkastellaan tämänhetkistä trendiä luontoalueiden kompensatio- ja ennallistamistoimissa Suomessa ja muualla maailmassa. Luku 4 luo katsauksen ekologisen verkoston merkitykseen ekosysteemien toiminnalle sekä esittelee aluesuunnittelun vaikutusta elinympäristöjen säilymiselle. Lisäksi katsastetaan rantojen muotoilun vaikutuksia monimuotoisuuteen ja kartoitetaan mitä tulisi huomioida rakennetun elinympäristön kasvillisuutta suunniteltaessa.

## Keskeinen aineisto

Työssä hyödynnetään Helsingin kaupungin (2017) teettämää raporttia *Ekosysteemipalvelut aluesuunnittelussa*. Raportti tarkastelee kriittisesti Helsingin alueen ekosysteemipalvelujen toimivuutta, myös ranta-alueilla sekä vesistöissä. Siinä arvioidaan Helsingin viherrakenteiden heikkouksia ja vahvuuksia sekä esitetään keinoja ongelmien ratkomiseen.

Lisäksi työssä hyödynnetään Ympäristöministeriön teettämiä raportteja, erityisesti Väre & Krispin (2005) raporttia *Ekologinen verkosto ja kaupunkien maankäytön suunnittelu*. Raportissa on esitelty kaupunkiympäristössä toimivan ekologisen verkoston edellytyksiä. Kontula & Raunion (2018) toimittamasta *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018* -kartoituksesta löytyi tietoa lähinnä Suomen tämänhetkisestä rantaluonnon tilasta ja uhkista. Näitä raportteja hyödynnettiin hahmottamaan rantarakentamisen vaikutuksia ympäristöön ja eliöstöön sekä sitä, millä tavoin näihin luontotyypejä kuormittaviin uhkiin voisi puuttua rantojen suunnittelulla.

Dramstadin ym. teoksessa *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning* (1996) esitellään habitaatin, eli elinympäristön elinvoimaisuuden ehtoja yksinkertaistettuina malleina, joita voi näin yleistää erityyppisiin elinympäristöihin. Teoksen teorioita pystyy soveltamaan ranta-alueiden elinympäristöihin, koska niissä käsitellään laajasti elinympäristöjen reuna-alueita, joihin myös rannat lukeutuvat. Teos havainnollistaa ja perustelee erilaisten muotoilujen ja elinaluealakkujen etäisyyksien ja koon vaikutusta ja merkitystä eri eläin- ja kasvilajeille.

Watson & Adamsin (2011) teos *Design for flooding: Architecture, landscape, and urban design for resilience to flooding and climate change* tarjosi hyödyllistä tietoa erityyppisten tulvarakenteiden ja -pengerten ominaisuuksista. Teoksen käsittelemät rannikot ovat valtamerten rannikoita, joten tiedoista valikoitui sellaisia, jotka ovat sovellettavissa Suomen olosuhteisiin. Näitä olivat aaltojen ja myrskyjen fysikaaliset ominaisuudet ja niiden luoma vaikutus eroosioon.

## **2 KAUPUNKIRANTOJEN MERKITYS**

Kaupunkien rannat ovat ekologisessa, taloudellisessa, sosiaalisessa ja kulttuurisessakin mielessä arvokkaita alueita (Helsingin kaupunki 2017). Tässä luvussa esitellään rantojen merkitystä kaupunkisuunnittelussa ja niiden vaikutusta luonnon monimuotoisuuteen. Lisäksi esitellään keinoja parantaa kaupunkien tulvanhallintaan ja eroosion ehkäisyä rantakasvillisuuden avulla, sekä rantakasvillisuuden merkitystä kaupungin asukkaiden henkiseen ja fyysiseen hyvinvointiin.

### **2.1 Rantojen rooli kaupunkisuunnittelussa**

Kaupungit ovat rakentuneet pitkälti vesistöjen äärelle. Satamat ovat tuoneet kaupungeille kaupankäynnin verkoston, vesistöt ovat tarjonneet kulkureitin ja viljavia tulvaniittyjä on hyödynnetty peltolina ja laitumina. (Pfeifer, J. 1979.) Nykyisin merenrannat ovat erityisen tärkeitä pidettyjä virkistysympäristöjä (Helsingin kaupunki. 2017). Ajan myötä monet kaupungit ovat tiivistyneet ja laajentuneet tulvatasangoille, minkä myötä niiden vastustuskyky myrsky- ja rankkasateiden aikaansaamia tulvia kohtaan on laskenut (Watson, D. & Adams, M. 2011). Viime aikoina voimistuneet myrskyt ja voimakkaat tulvakatastrofit ovat kiinnittäneet jälleen huomion kaupunkien luontoalueiden tarjoamaan potentiaaliin tulvimisen ehkäisyssä.

Viherrakenne tarkoittaa yhdyskunnan viheralueiden sekä niiden välisten viheryhteyksien muodostamaa verkostoa. Sinirakenne on vastaava verkosto, joka käsittää vesialueet, kuten meren, järvet, joet, pienvedet ja kosteikot sekä rakentamattomat ranta-alueet.



Huolimatta rantojen tunnistetuista arvoista, Helsingin kaupungin (2017) raportin mukaan ”rantojen hoidossa ja niiden tunnistamisessa osana viher- ja sinirakenteen verkostoja on nykyisin puutteita”. Esimerkiksi Helsingissä rantoja ei tällä hetkellä ole huomioitu viheralueiden hoitoluokituksessa, vaikka monien selvitysten mukaan rannat ovat suosittuja ympäristöjä virkistykseen ja asumiselle, ja niihin kohdistuu paljon rakentamis- ja käyttöpainetta. Tämä muodostaa uhan rantaekosysteemeille kulutuksen lisääntymisen, ympäristön muutoksen ja yksipuolisen hoidon seurauksena. (Helsingin kaupunki 2017.)

## **2.2 Monimuotoisuus kaupunkirannoissa**

### **2.2.1 Monimuotoisuuden tilanne maapallon mittakaavassa**

Kansainvälinen luontopaneeli (IPBES) julkaisi keväällä 2019 raportin maapallon monimuotoisuuden tilasta. Raportissa todetaan, että monimuotoisuus kaikissa muodoissaan on vähenemässä paikoitellen huolestuttavaa tahtia, ja maankäyttö on yksi merkittävä vähenemisen syy.

Monimuotoisuuden väheneminen uhkaa luonnon ihmiselle tuottamia elintärkeitä hyötyjä, kuten pölytystä ja ruuantuotantoa. Raportissa arvioidaan, että 75 % mantereiden pinta-alasta ja 66 % valtameristä on voimakkaasti muuttunut ihmisen toiminnan myötä ja kosteikoista jopa 85 % olisi kokonaan kadonnut maailmanlaajuisesti. Raportissa ennustetaan, että maailman monimuotoisuudesta menetetään 38-46 % vuoteen 2050 mennessä. (IPBES. 2019)

Suomessa kosteikkoja on nyt puolet vähemmän kuin vuonna 1970 (Niemelä, Kotiaho, Weissenberg 2018. s. 1-6). Rantaelin ympäristöjen häviäminen altistaa rannat lisääntyville myrskytuhoille, eroosiolle ja edesauttaa rannasta riippuvaisten elinkeinojen häviämistä (IPBES. 2019). Seurauksena on esimerkiksi kalojen kutupaikkojen tuhoutumista, jolloin kalastajien elinkeino häviää (Väre & Krisp. 2005).

### **2.2.2 Ekologisen verkoston toimintaedellytykset**

Tieteen termipankki määrittelee ekosysteemin kokonaisuudeksi, joka ”muodostuu luonnonolosuhteiltaan yhtenäisellä alueella elävistä, toisiinsa vuorovaikutussuhteessa olevista eliöistä ja niiden elottomasta ympäristöstä”. Ekosysteemipalvelut ovat näiden kokonaisuuksien aikaansaamia hyötyjä ihmiselle, kuten pohjavesi, sateet, pölytys ja ruokatuotanto. Ekosysteemipalvelut tarvitsevat toimiakseen monimuotoisen luonnon, ja monimuotoisuuden vähentyessä ne eivät pysty tuottamaan tarpeeksi hyötyjä ihmiselle (IPBES. 2019). Tästä syystä on tärkeää tutkia erilaisia metodeja tukea luonnon monimuotoisuutta myös kaupunkiympäristössä (Andelin. 2019).

Väre & Krisp (2006) määrittelevät elinympäristön alueeksi ”jossa eliö elää ja jonka se vaatii elinpiiriikseen”. Ekologinen verkosto tarvitsee toimiakseen riittävän monipuolisten elinympäristöjen muodostaman valikoiman. Pitkiä matkoja vaeltavat eläimet hyötyvät siitä, että niiden elinpiirissä on laajoja luonnon ydinalueita ja niitä yhdistäviä viherkäytäviä. (Väre & Krisp. 2005. s. 36.) Elinympäristöjen pirstoutuminen muodostaa siis uhan ekosysteemien toiminnalle.

Rannan ei tarvitse olla luonnonranta ollakseen luonnonmukainen ja kasvillisuudeltaan monipuolinen (Helsingin kaupunki. 2017. s. 14). Luontoarvot ja monimuotoisuus tulisi kuitenkin huomioida uusien rakennusalueiden suunnittelussa, sillä hävinneitä luontoarvoja on huomattavasti vaikeampi palauttaa. Etenkin kaupunkien keskusta-alueilla viheralueita on vähän ja ne ovat pirstaleisia. (Andelin. 2019.)

### **2.2.3 Rantakasvillisuuden hyödyt luonnon monimuotoisuudelle**

Luontopohjaisella suunnittelulla tarkoitetaan tässä kandidaatintyössä sellaista suunnittelua, joka ratkoo suunnitteluongelmat luontopohjaisilla ratkaisuilla. Paloniemi ym. (2019) mukaan ”luontopohjaiset ratkaisut ovat yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisuja, jotka tukeutuvat kestävällä tavalla luontoon tai inspiroituvat siitä.” Ne tähtäävät tulevaisuuden hyötyihin huomioimalla suunnittelussa sekä ekologisen, sosiaalisen, että taloudellisen näkökulman

ja ratkaisuissa otetaan nämä kaikki näkökulmat huomioon. Näin ollen luontopohjaisen suunnittelun tulisi ottaa kaikki edellä mainitut näkökulmat huomioon.

Etenkin kaupunkialueilla entistä pienemmät alueet pysyvät luonnontilaisina ja luonnontilaisen kaltaisetkin alueet ovat hyvin vähissä tiheästi asutuilla alueilla (Andelin. 2019). Näin ollen tarvittaisiin lisää tutkimusta siitä, kuinka pitkälti ihmisen luomat ekosysteemit voivat korvata luonnon ekosysteemit, mikäli ekosysteemi saadaan luotua itsensä ylläpitäväksi, eli sellaiseksi, joka ei tarvitse ihmisen myötävaikutusta pysyäkseen yllä.

Helsingin kaupungin raportin (2017) mukaan luonnonmukaiset rannat ovat monien lajien leviämis-, ruokailu- ja lisääntymisympäristöjä. Cheong ym. (2013) mukaan rakennetut elinympäristöt voivat parhaassa tapauksessa olla hyötynäkökulmasta jopa parempia kuin luonnolliset ekosysteemit. Tarkoituksenmukaisesti suunniteltu rantakasvillisuus lisää rakennettujen rakenteiden eheyttä ja tehokkuutta, ja lisäksi kasvillisuus tuottaa monia ekosysteemi-palveluita. Suunnitellut ekosysteemit pyrkivät luomaan monimuotoisempia elinympäristöjä kuin insinöörilähtöisellä rantarakentamisella voidaan saavuttaa. (Cheong et al. 2013.)

Rantakosteikkojen luominen lisää alueen kalakantoja, mikä taas tukee kalatalouden tuotantoa ympäröivillä alueilla. Myös rantojen virkistysarvo paranee, koska istutetut luonnolliset ekosysteemit houkuttelevat ihmisiä etsimään paikkoja ulkoiluun. Tulvaniittyjä käytetään usein myös tuotanto-eläinten laitumina, mikä mahdollistaa lihan ja maidon lähituotannon (Cheong et al. 2013) ja ylläpitää nykyisin uhanalaistuneita perinneympäristöjä (Hyvärinen ym. 2019). Lisäksi vehreä rantaympäristö lisää alueen kaupunkirakenteellista monimuotoisuutta.

Rannan ekosysteemien toimivuudelle on tärkeää kasvillisuuden määrän ja monimuotoisuuden lisäksi rannan muotoilu. Tätä käsitellään tarkemmin luvussa 4.3.

## 2.3 Rantakasvillisuuden käyttö tulvahallinnassa ja eroosion ehkäisyssä

Rantoja suojataan yleensä erilaisilla tukirakenteilla, millä pyritään estämään rannan eroosiota ja suojaamaan mantereista osaa. Muurit, seinämät ja loh-kareet suojaavat kyllä niiden taakse jääviä alueita, mutta aiheuttavat sen, että aallot heijastuvat niistä terävästi pois. Tämä lisää aallon luomaa turbu-lenssia, ja sitä kautta eroosiota rantaviivan ja veden alle jäävien rannan osien osalta. Pystysuuntaiset rantavallit ovat tavallisimpia rakenteita rantojen suojaamiseksi, mutta aaltojen iskeytyessä valliin aallon energia tiivistyy val-lin juurelle. Tämän aiheuttama eroosio voi viedä maa-aineksen mukanaan ja saattaa lopulta kaivaa maata vallin perustusten alta, heikentäen rakenteita. Lisäksi voimakkaissa myrskyissä vallit eivät yleensä suojaa niiden taakse jääviä alueita tulvatuhoilta. (Watson & Adams. 2010. s. 152-160.)

Kiinteiden rakenteiden sijaan rantoja voidaan suojata käyttämällä kasvilli-suutta, kevyitä rakenteita, kuten aitoja, ja hiekkarantojen vahvistamista. Tämänkaltaiset ratkaisut ovat tehokkaampia ja yleensä myös kustannuste-hokkaampia eroosion ehkäisyssä kuin kiinteät rakenteet. Niillä on yleensä myös vähemmän haittavaikutuksia. (Watson & Adams. 2010. s. 152-168.)

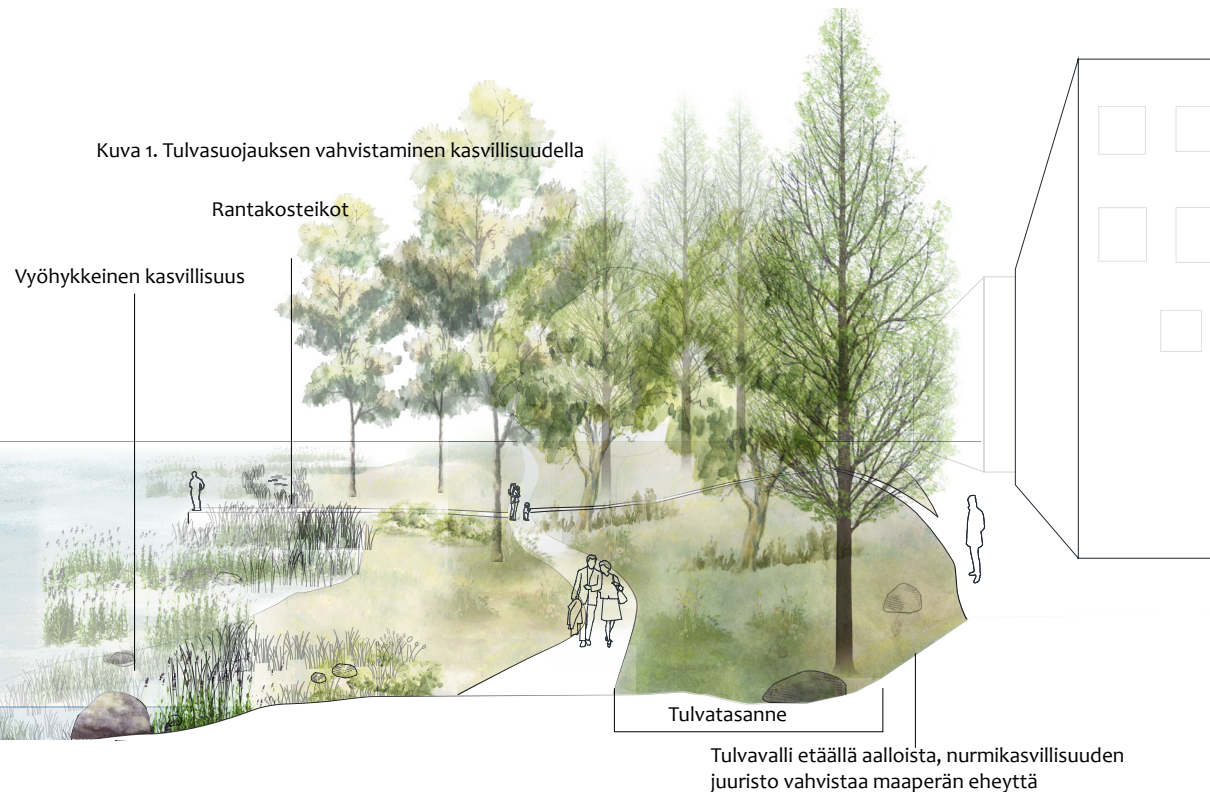
Kasvillisuutta voi käyttää monipuolisesti rannoissa sekä vettä puhdistavana, että tulva- ja myrskytuhoja vähentävänä rakenteena. Aallokko on jatkuva ku-luttava voima rannoissa ja vyöhykkeisen rannan kasvillisuus suojaa rantoja aallokon kulutukselta. (Helsingin kaupunki 2017.) Ruohokasvillisuuden laaja juuristo lisää maaperän eheyttä ja vastustuskykyä aallokon aiheuttamalle eroosiolle (Cheong et al. 2013).

Esimerkkejä edellisen kaltaisista tulvarakenteista löytyy esimerkiksi Alankomaista, missä ihmiset ovat yli 2000 vuoden ajan eläneet valtameren 'pohjassa' ja työskennelleet luonnonvoimien kurissapitämiseksi. Tässä tehtävässä on hyödynnetty ekosysteemipalveluja. Esimerkiksi myrskyjen aikana tapahtuvien tulvien estämiseksi rakennettuja patoja pidetään paikallaan paksulla ruohokasvillisuuspeitteellä niiden kestävyys-lisäämiseksi, ja rantakosteikot tulvapengerten merenpuoleisella reunalla vähentävät aaltojen pengerryksiin kohdistamaa kuluttavaa vaikutusta.



Lisäksi rantakosteikot lisäävät hiilen sitoutumista meren sedimentteihin, ja vähentävät valuma-alueelta suistoalueille kohdistuvia, hulevesien mukana tulevia maasuoloja. (Cheong et al. 2013.) Myös sedimenttien kulkeutumiseen ja veden virtausnopeuteen on mahdollista vaikuttaa vesikasvillisuuden sijoittelulla toisiinsa nähden (Li & Shen. 1973).

Rantavalleja ja muita kiinteitä tukirakenteita pitäisi Watsonin ja Adamsin (2010) mukaan käyttää mahdollisimman vähän, ja vain sellaisissa paikoissa, joissa ne ovat välttämättömiä, kuten satamissa ja muiden vesireittien yhteydessä. Valit ja luiskat pitäisi rakentaa mahdollisimman kauas aaltojen ulottumattomiin, jotta tavanomaisissa olosuhteissa aaltojen voima ei aiheuttaisi rannan eroosiota. Löyhärakenteiset aallomurtajat hajottavat aaltojen voiman siten, että kasvillisuus pääsee valtaamaan alaa kivien välissä, ja kolot ja raot tarjoavat merieliölle elinympäristöjä. (Watson & Adams. 2010. s. 152-168.)



## **2.4 Kaupunkirantojen sosiaalinen merkitys**

Rannat tarjoavat harrastusmahdollisuuksia kalastuksesta vesiurheiluun. Jäisenä talvena jää antaa mahdollisuuden talviurheiluun. Ne tarjoavat pitkillä näkymillään ja äänimaisemallaan vastakohtan kaupungin tiiviyyteen ja meluisuuteen. (Helsingin kaupunki. 2017.)

Viherympäristöjen merkitystä ihmisen hyvinvoinnille on tutkittu lukuisissa tutkimuksissa. On havaittu, että luontokosketus auttaa toimivan immuunijärjestelmän kehittämisessä (Parajuli et al. 2020), tukee henkistä terveyttä ja ehkäisee stressiä, ja rohkaisee liikkumiseen ja ulkoiluun, lisäten siten asukkaiden fyysistä toimintakykyä (Stigsdotter et al. 2010).

Dramstad et al. (1996) mukaan luonnonympäristö on ihmisen psyykelle olennainen asia ja siitä poikkeaminen aiheuttaa kroonista turhautumista, joka on havaittavissa väestötasolla asti. Helsingin kaupungin raportissa (2017) puolestaan todetaan, että rannat ovat tutkitusti erityisen suosittuja virkistysalueita. Tämän takia kaupunkirantojen laatuun ja toimintakykyyn panostaminen vaikuttaisi laajaan käyttäjäkuntaan.

### **3 MERENRANTALUONNON TILA SUOMESSA**

Tässä luvussa käsitellään merenrantalunnon nykytilaa Suomessa ja siihen kohdistuvia uhkia ja rantarakentamisen ympäristövaikutuksia. Lisäksi tarkastellaan tämänhetkistä trendiä luontoalueiden ennallistamistoimissa Suomessa ja muualla maailmassa.

#### **3.1 Itämeren rannikon luontotyyppien tila**

Tällä hetkellä Itämeren rannikon luontotyyppien tila on heikko. Luontopohjaisella suunnittelulla voitaisiin tarjota vahvempi pohja näiden luontotyyppien selviytymiselle ja tukea luonnon monimuotoisuuden säilymistä.

Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö teettivät vuonna 2018 Itämeren rannikon luontotyyppien tilaa kartoittavan tutkimuksen.

Kontulan ja Raunion (2018) tutkimuksessa rannikkoluontotyypeistä todettiin lähiajan kehityssuunnaltaan seuraavaa:

- 24 % katsottiin vakaiksi. Näitä olivat Itämeren suuruohostot ja tynnipensaikot sekä merenrantapajukot.
- 64 % todettiin heikkeneviksi. Kehityssuunnaltaan heikkeneviksi katsottiin esimerkiksi hiekkarannat ja kaikki dyynityypit.
- 11 % todettiin paraneviksi. Näihin lukeutuvat rannikon ruovikot, jotka hyötyvät Itämeren rehevöitymisestä, sekä ensi kertaa arvioitu luontotyyppi ulkosaariston lehtipuumetsiköt, jota hyödyttää muun muassa laidunnuksen väheneminen.

Tarkastelu sisälsi 42 Itämeren vedenalaista luontotyyppiä.

- niistä 24% arvioitiin uhanalaisiksi
- 10% silmälläpidettäviksi
- 33% säilyviksi
- 33% puutteellisesti tunnetuiksi
- Äärimmäisen uhanalaisiksi ei arvioitu yhtäkään luontotyyppiä

Erittäin uhanalaisiksi arvioitiin 5 luontotyyppiä:

- haurupohjat
- punalevöpohjat
- suursimpukkapohjat
- valkokatka-, ja meri-valkokatkapohjat
- jokisuistot

Hauru- ja punalevöpohjat ovat vähentyneet rehevöitymisen ja vesien same-  
nemisen seurauksena. Suursimpukkapohjien esiintyminen painottuu rannik-  
koalueille, ja niiden väheneminen liittyy vesirakentamiseen ja haitta-aineiden  
sekä rehevöitymisen aiheuttamiin muutoksiin jokisuistoissa ja muilla vähäsuo-  
laisilla rannikkoalueilla. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018.)

### **3.2 Kaupunkien tuottamat suurimmat uhat rannikon luontotyypeille**

Suurin ja laajavaikutteisoin uhkatekijä vedenalaisille luontotyypeille on pitkään  
jatkunut Itämeren rehevöityminen. Se on määritetty lähes kaikkien arvioitujen  
vedenalaisten luontotyyppien tärkeimmäksi uhanalaistumisen syyksi.  
Rehevöitymisellä tarkoitetaan lisääntyneestä ravinteiden saatavuudesta



aiheutuvaa kasvien perustuotannon kasvua, ja se ilmenee rantojen ruovikoitumisena, levien massaesiintyminä, veden samenemisena ja pohjien liettymisenä. Liiallisesta orgaanisesta kuormituksesta seuraa pohjan lähellä olevan veden hapettomuus, mikä aiheuttaa ravinteiden vapautumista takaisin veteen, eli sisäistä kuormitusta. Rehevöityminen muuttaa veden eliöiden elinoloja ja aiheuttaa muutoksia ekosysteemien tasapainoon. Rehevöitymisen syyt ovat maatalouden valumissa sekä yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesissä. Sen vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Saaris-  
tomerellä ja Suomenlahdella. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018. s. 57.)

Tutkimuksessa rannikkoluontotyypit ryhmitellään avoimiin ja pensaikkoihin-  
metsäisiin luontotyyppeihin. Itämeren veden laatu vaikuttaa oleellisesti myös  
rannikkoluontotyyppien tilaan. Meren rehevöityminen onkin vaikuttanut  
voimakkaasti moniin maarannan luontotyyppeihin. Rehevöitymisestä on  
seurannut avoimien rantaluontotyyppien umpeenkasvua ja ruovikoitumista,  
mikä puolestaan heijastuu linnustoon ja muuhun eliölajistoon. Ilmasta tuleva  
rehvöittävä laskeuma ja yhtä aikaa tapahtunut rantalaidunnuksen ja -niiton  
vähentyminen vauhdittaa rehevöitymistä. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.).  
2018. s. 72.)

Tehokkain rehevöitymisen hallinnan keino on puuttua rehevöitymiseen  
ennaltaehkäisevästi. Hulevesien viivytyks ja kosteikkoihin imeytyvät ravin-  
teet vähentävät meriin kohdistuvaa ravinnekuormaa, vähentäen siten  
rehvöitymistä. Hyvä hulevesien ravinnekuormaa vähentävä imeytys-  
järjestelmä parantaa lisäksi samalla siniverkoston monimuotoisuutta ja  
kytkeytyneisyyttä, tukien monimuotoisuutta. (Helsingin kaupunki. 2017.)

Naskali ym. (2006) mukaan ”merenpohjan elinympäristöjen menetystä  
aiheutuu lähinnä pohjien pysyvästä peittämisestä erilaisilla rakenteilla tai  
uusien säännöllistä ruoppaamista vaativien väylien avaamisesta”. Kontulan  
ja Raunion (2018) raportissa todetaan vesirakentaminen ja vesiliikenne  
rehvöitymisen jälkeen merkittävimmiksi syiksi vedenalaisten luontotyyppien  
uhanalaistumiselle. Vesirakentaminen, ruoppaaminen ja muu vesistön pohjalle  
kohdistuva pysyvä muutos tuhoaa ne luontotyypit, jotka jäävät suoraan  
näiden toimintojen alle. Lisäksi ne samentavat vettä, minkä seurauksena

niiden vaikutukset leviävät laajemmille alueille. Myös tuulivoimapuistojen rakentamisen arvioidaan uhkaavan joitakin vedenalaisia luontotyyppejä. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018.)

Rehevöitymistä lisää myös jäätalvien väheneminen sekä jäätalven lyheneminen. Jäättömänä talvena jään rantoja muokkaavaa ja kasvillisuutta höyläävää vaikutusta ei synny. Kasvukauden aikaistuminen vaikuttaa haitallisesti myös vedenalaisiin luontotyyppeihin, sillä lämpeneminen edistää perustuotantoa, mikä voi lisätä sisäistä ravinnekuormitusta, leväkukintoja ja veden samenemista. Pintavesien sameneminen taas kaventaa yhteyttävillä vesikasveille soveltuvaa kasvupinta-alaa. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018. s. 58.)

Rannikon pensaikko- ja metsäluontotyyppien tärkeimmiksi uhanalaistumisen syiksi tutkimuksessa arvioitiin metsien uudistamis- ja hoitotoimet sekä rantarakentaminen (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018. s. 72-74.).

### **3.3 Rakentamisen vaikutukset rantaluonnon luontotyyppeihin**

Rannat ovat erityisen suosittuja virkistysalueita ja haluttuja rakennusmaita (Helsingin kaupunki 2017). Luonnonrantojen määrä vähenee rantarakentamisen myötä. Laurilan ja Kalliolan (2008) tekemän merenrantaviivatarkastelun mukaan Manner-Suomessa rannikolla ja yli yhden hehtaarin saarilla rantaviivan rakentamisaste oli 48 %. Tutkimuksessa tarkasteltiin sellaista rantarakentamista, jossa rannan läheisyydessä olevat rakennukset pihapiireineen sulkevat rannan muulta käytöltä. Granön ym. (1999) raportissa vastaava luku oli 36 %. Suomen merenrannoista on tarkasteltujen raporttien mukaan siis rakentunut vuosien 1999 ja 2005 aikana peräti 8%. Eniten rantoja on rakentunut rannikon kaupunkien ja niiden lähikuntien alueella, erityisesti Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkoalueilla. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018 s. 72-74.)

Kaupunkien tiivistyessä virkistysalueiden käyttäjämäärät kasvavat, mikä näkyy virkistysalueiden kulumisena. Varsinaisten kulkureittien ulkopuolelle spontaanisti muodostuvat polut vahingoittavat kenttäkerroksen kasvillisuutta. Erityisesti kaupungeissa rantojen luontotyyppejä uhkaavat myös ilmansaasteet, öljy- ja kemikaalivuodot, rehevöityminen sekä aggressiivisesti leviävät haitalliset vieraslajit. Meriluonto on erityisen herkkä kaikenlaisille muutoksille, sillä vesi kuljettaa nopeasti vieraita aineita mukanaan, ja ne pääsevät leviämään laajalle alueelle. (Viitasalo, Ekeblom, Kostamo. 2017. s.166–179.)

### **3.4 Kompensaatio ja ennallistaminen**

Järvelän (1998) mukaan vesistöjen hoitoon ja käytön suunnitteluun on alettu maailmanlaajuisesti kiinnittämään aiempaa enemmän huomiota. Erityisesti kiinnitetään huomiota vesistöjen suojeluun ja kunnostukseen. Järvelä (1998) arvioi, että pisimmällä soveltamisessa ollaan Länsi-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Suomessa taas Andelinin (2019) mukaan monimuotoisuuden lisäämiseen tähtäävät toimenpiteet ovat perinteisesti kohdistuneet jo olemassa oleviin luontotyyppihin erilaisten hoitotoimenpiteiden ja ennallistamisen avulla. Rannikoiden hoitotoimenpiteistä merkittävimpiä ovat umpeenkasvun ehkäiseminen, mm. siivoamalla rantojen ruokojätteet riittävän kauas vesistöistä, jotta niiden ravinnekuorma ei päädy takaisin vesistöön. Lisäksi umpeenkasvua torjutaan rantojen laidunnuksella sekä järvi-ruo'on niittämällä. (Rytttäri et al. 2014.)

Ennallistaminen tarkoittaa aktiivisia toimia, joilla pyritään palauttamaan ihmisen toiminnan takia heikentyneitä tai hävinneitä ekosysteemejä mahdollisimman alkuperäiseen tilaansa. Näin luontaista sukkessiota voidaan nopeuttaa ja saada monimuotoisuuden kannalta positiivisia tuloksia nopeammalla aikataululla. (Similä et al. 2011.) Meri- ja rantaluontotyyppien ennallistaminen on Suomessa vielä vähäistä ja koskee usein umpeenkasvun takia heikentyneitä tai hävinneitä luontotyyppejä (Andelin. 2019).

Kostamo ym. (2018) määrittelee ekologisen kompensaation tarkoittamaan sellaisia toimia, jossa ”ihmistoiminnasta aiheutuva haitta luonnon monimuotoisuudelle hyvitetään turvaamalla vähintään yhtä paljon monimuotoisuutta toisaalla”. Tällainen haitta voi olla esimerkiksi rakennusprojekti. Kompensaatioissa menetetty monimuotoisuus korvataan joko samalla alueella tai jossain muualla. Kompensaatio voidaan toteuttaa joko kokonaiskompensaationa, jossa kaikki kadonneet luontoarvot korvataan kompensaatiokohteessa, osittaishyvityksenä, jolloin vain osa kadonneista tai heikentyneistä alueista kompensoidaan tai ylikompensaationa, jolloin isompi ala kuin kadonnut ympäristö kompensoidaan. Tämä määräytyy hankekohtaisesti (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018). Kompensaatio toteutetaan useimmiten joko hoito- tai ennallistamistoimenpitein, mutta se voi sisältää myös suojelualueiden perustamisen tai suojellulla alueella tapahtuvia hoitotoimenpiteitä. Kompensaatio voidaan toteuttaa myös suunniteltuna elinympäristönä, mutta se on Suomessa toistaiseksi harvinaista. (Andelin. 2019)

Suomessa luontotyyppien kompensaatio toteutetaan yleensä jonkin olemassa olevan heikentyneen tai tuhoutuneen luontotyyppin ennallistamisena, kunnostuksena tai hoitona. Luontotyyppi pyritään näillä toimilla kuntouttamaan sellaiseen tilaan, joka tukee luonnon monimuotoisuutta. (Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018.)

Meriekosysteemit ovat vahvasti ja kolmiulotteisesti ympäristöönsä kytkeytyneitä ekologisia kokonaisuuksia, ja ne ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Merialueille suunnitellut ekologiset kompensaatiot ovat epävarmoja, sillä yleensä meriekosysteemeistä on vain vähän paikallista tietoa saatavilla. Tarvittaisiin lisää tietoa ja kokemuksia meriympäristöissä toteutetuista onnistuneista kompensaatiotoimista. Vedessä ympäristövaikutukset kulkeutuvat kauas lähtöpisteestä, minkä kompensaatioiden suunnittelu voi meriympäristössä on erityisen haastavaa. Tästä johtuen meriluonnon monimuotoisuuden kompensointi on haastavampaa kuin kompensaatiot maaympäristössä. (Kostamo et al. 2018. luku 3.)

Merialueiden kompensointi on melko tuore ilmiö Suomessa, ja rakennettuja meriluontotyypppejä on vielä hyvin vähän (Kostamo et al. 2018. luku 3). Suurin osa kompensatiotoimista on toteutettu joko hoito- tai suojelutoimenpitein (Andelin. 2019).

Myös virtavesien ennallistamisesta tarvitaan lisää tutkimusta. Järvelän (1998) mukaan ”virtavesien eliöstössä ei ole havaittu merkittävää positiivista palautumista, vaikka vedenlaatu on parantunut”. Länsi-Euroopassa on tästä syystä alkanut määrätietoinen vesiympäristöjen kunnostaminen, ennallistaminen ja myös paremmin ympäristönäkökulmat huomioon ottava uudisrakentaminen. Virtavesien rakenteellisen ja toiminnallisen kokonaisuuden ennallistamisen merkitys on korostunut. Tulvatasanteen ja valuma-alueen olennainen osa vesistöjen kunnostamisessa on havaittu, ja kunnostukset on alettu nähdä aiempaa laajempina kokonaisuuksina. (Järvelä, J. 1998. s.13-14.)

## **4 MONIMUOTOISUUTTA TUKEVA SUUNNITTELU**

Ihminen on koko olemassaolonsa ajan vaikuttanut elinympäristöönsä. Kuitenkin vasta hiljattain on alettu suunnittelemaan ja rakentamaan elinympäristöjä, joiden pääasiallinen tarkoitus on lisätä luonnon monimuotoisuutta ja parantaa muiden lajien elinpiiriä. (Mitsch ja Jørgensen. 2003. s. 363.) Tästä syystä eri tavoin suunniteltuja ja rakennettuja, ihmisen muokkaamia elinympäristöjä kutsutaan lukuisilla termeillä, jotka eivät kaikki ole vielä vakiintuneet käyttöön. Näitä ovat esimerkiksi suunnitellut ekosysteemit (designed ecosystems), uuselinympäristöt (novel ecosystems), rakennetut elinympäristöt (engineered habitats), ja ekologinen rakentaminen (ecological engineering). (Andelin. 2019.) Yhteistä näille kaikille termeille on luontopohjainen suunnittelu. Suunnitelluista uuselinympäristöistä on runsaasti kokemuksia maailmalta, mutta pitkäaikaista tutkimustietoa on niukasti, koska ilmiö on vielä niin tuore (Kostamo et al. 2018).

Tässä luvussa käsitellään ekologisen verkoston merkitystä ekosysteemien toiminnalle ja esitellään aluesuunnittelun vaikutusta elinympäristöjen säilymiselle. Lisäksi tarkastellaan rantojen muotoilun vaikutuksia monimuotoisuuteen, sekä kartoitetaan mitä tulisi huomioida rakennetun elinympäristön kasvillisuutta suunniteltaessa.

### **4.1 Ekologinen verkosto**

Luonnon ydinalueet ja niitä yhdistävät viher- ja sinirakenteet muodostavat yhdessä ekologisen verkoston (Väre & Krisp. 2005). Toimiva ekologinen verkosto ylläpitää luonnonalueiden ja kaupunkien viheralueiden ekologista toimintaa ja luonnon monimuotoisuutta. Verkoston kautta lajimäärä ja laji-





sistöjen yli, mahdollistaen vesistöjen ylittämisen lajeille, joille ne muuten ovat esteitä. (Väre & Krisp. 2005)

Ekologiset käytävät ovat kulkuväyliä elinympäristöltä toiselle. Dramstad ym. (1996) mukaan niiden toimivuuden kannalta olisi suositeltavaa, että kasvillisuusrakenne ja kasvilajit olisivat yhteneväisiä käytävän yhdistävien elinympäristöjen kasvillisuuden kanssa. Pelkkä rakenteen samankaltaisuus on todennäköisesti useimmissa tapauksissa riittävä lajien liikkumiseen suurten elinympäristölaikkujen välillä. (Dramstad et al. 1996.)

Tehokkaat keinot viher- ja sinirakenteen kytkeytyneisyyden vahvistamiseen kaupungeissa löytyvät kaavoituksesta. Maankäyttöä suunniteltaessa voidaan huomioida monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden turvaaminen (Helsingin kaupunki. 2010). Yleiskaavatason suunnittelulla voidaan suunnitella koko kaupungin kattavassa mittakaavassa viherrakenne, riittävät viheralueiden koot sekä viheryhteyksien säilyttämisen ja eheyttämisen edellytykset.

## **4.2 Reunan rooli suojaavana vyöhykkeenä**

Jos jotakin tiettyä aluetta halutaan suojella ympäristön vaikutuksilta, tulisi sille tarjota puskurivyöhyke. Tällainen puskurivyöhyke muodostuu esimerkiksi silloin, mikäli varjeltavan alueen reuna ei noudata luonnollista ekologista reunamuotoa, kuten esimerkiksi jokea tai rantaa, vaan kulkee jotakin keinotekoista vyöhykettä pitkin. Tämän keinotekoisen ja luonnollisen rajavyöhykkeen väliin jäävä puskurivyöhyke suojaa varsinaista suojeltavaa aluetta ympäröivän alueen vaikutuksilta. Mikäli puskurivyöhykettä ei ole, suojattavan alueen reuna-alue joutuu vielä toimimaan tässä tarkoituksessa, jolloin suojattavasta alueesta osa muuttuu elinympäristönä toisenlaiseksi. (Dramstad et al. 1996.)

Alueilla, joissa tapahtuu kaupungistumista tai lähiörakentamista, ja sen myötä eksoottisten lajien, kuten kissan, invaasiota alueelle, alueen luontoarvoja voi

suojata vahingoilta käyttämällä puskurivyöhykettä. Puskurivyöhykkeenä voi toimia esimerkiksi virkistysalue. (Dramstad et al. 1996.)

#### **4.3 Rannan muotoilun vaikutukset rannan monimuotoisuuteen**

Tässä alaluvussa sovelletaan Dramstadin, Olsonin ja Forsmanin teosta *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning* (1996). Teoksessa esitellään maisemaekologian näkemyksiä elinympäristön reuna-alueen muotoilun vaikutuksista kasvillisuuteen ja eliöiden, myös ihmisen, liikkeisiin ja leviämiseen alueelle. Toinen tässä luvussa käytetty teos on Liversage ja Chapmanin (2018) *Coastal ecological engineering and habitat restoration: Incorporating biologically diverse boulder habitat*, jossa esitellään erilaisia ratkaisuja teknisten rantarakenteiden muuttamiseen luonnon monimuotoisuutta tukevammiksi.

Ekologiset reuna-alueet hyötyvät rakenteellisesta monimuotoisuudesta. Reuna-alueiden ekosysteemit ovat köyhempiä ja alttiimpia eroosiolle, jos reuna on äkillinen, jyrkkä ja suora. Eläin- ja kasvilajeja on tällaisilla reunavyöhykkeillä vähemmän. (Dramstad et al. 1996. s. 28.) Nykykaupungeissa ranta rakennetaan usein suoraksi ja jyrkäksi muuriksi veden ja maan välille.

Rakenteellinen monimuotoisuus, niin pysty- kuin vaakatasossa, luo useammanlaisia elinympäristöjä reuna-alueiden lajistolle. Tällaisia kasvillisuuden reuna-alueita ovat esimerkiksi rannat. Rakenteellisesti monimuotoinen muotoilu luo siten lajirikkaamman ympäristön myös ranta-alueille. (Dramstad et al. 1996. s. 28.)

Elinympäristön reuna-alueen äkillisyys tai jyrkkyys vaikuttaa eliölajien paikan käyttämiseen siten, että lajien kulkeminen tapahtuu reunan myötäisesti. Vähemmän äkillinen elinympäristön vaihtuminen taas saa aikaan enemmän liikettä reunavyöhykkeen läpi. Pehmeä, vähittäinen vaihtuminen saattaa vähentää paikan eroosiota ja lisätä eliöiden käyttöastetta ja runsautta paikalla. (Dramstad et al. 1996. s. 30.)

Rantavyöhykkeillä on erikoisuutena myös saaret ja aallonmurtajat, jotka ovat irrallaan varsinaisesta rannasta. Saaret ja aallonmurtajat vähentävät aaltojen rantaan kohdistamaa eroosiota. Ne hajottavat aaltoja ja vähentävät tuulen matkaa avoimen veden päällä, jolloin suuria aaltoja ei ehdi syntyä. Ne toimivat siis eroosion ehkäisyssä. Lisäksi pienet saaret tarjoavat eliöstölle rauhallisen alueen, joka on suojaassa ihmisen vaikutukselta. (France. 2003.)

Myös teknisissä rannoissa, joissa rakenteellisen monimuotoisuuden toteuttaminen ei ole mahdollista, voidaan tehdä eliöitä paremmin huomioivia rakenteita. Liversage ja Chapmanin (2018) mukaan satamien rakenteisiin voidaan esimerkiksi lisätä erilaisia tekstuureita lisäämään kasvupintoja leville ja piilopaikkoja erilaisille vesieliöille. Erilaisia riuttarakenteita on rakennettu useista uusiomateriaaleista esimerkiksi upottamalla vanhoja autoja tai betonistruktuureita merenpohjaan (Kostamo et al. 2018. s. 49).

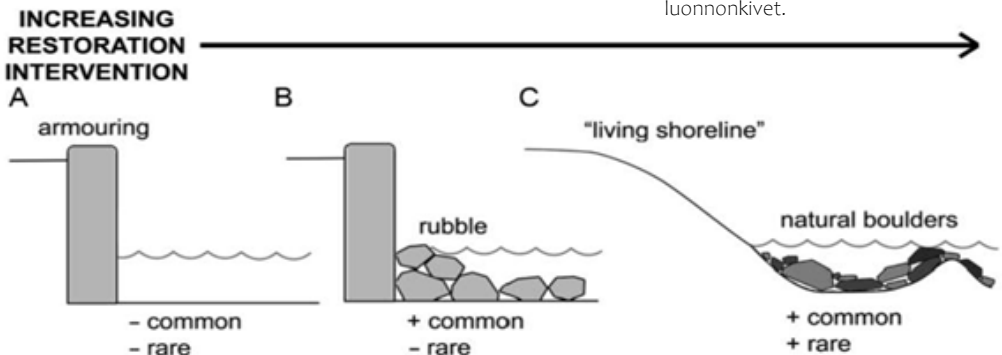
Lohkarehabitaattien (kaavio 1) lisäämisellä rantarakenteiden yhteyteen taas pystytään palauttamaan tai monipuolistamaan rantarakentamisen myötä kadonneita tai heikentyneitä elinympäristöjä. Lohkarehabitaatit lisäävät

**Kaavio 1.** Lähde: Liversage ja Chapman. 2018. s. 6. Lohkarehabitaatin käyttäminen teknisten rantarakenteiden ohessa voi jäljitellä luonnossa esiintyviä elinympäristöjä, ja tukea luonnon monimuotoisuutta ja toimivuutta alueella.

Esimerkki A kuvaa perinteistä jyrkkää rantarakennetta, joka ei luo elinympäristöjä yleisille eikä harvinaisille eliölajeille.

Esimerkissä B oleva lohkarhabitaatti yhdistettynä jyrkkään rantarakenteeseen luo elinympäristön yleisille eliölajeille.

Esimerkki C on toteutettu mukailemaan luonnonrantaa. Se tarjoaa elinympäristön esimerkeistä laajimmalle lajikirjolle. Oleellista: rannan loivempi vaihettuminen sekä luontoa jäljittelevät, erikoiset ja -muotoiset luonnonkivet.



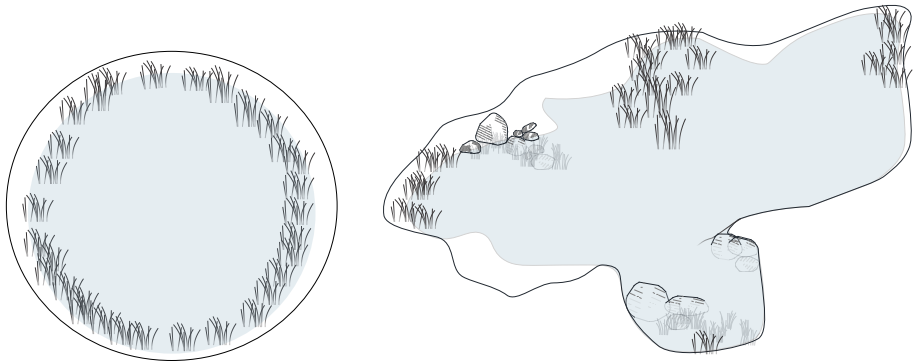
samalla rantarakenteiden kestävyyttä vähentämällä aallokon eroosiovoimaa luvussa 2.3 esitetyn tavan mukaisesti. Parhaiten monimuotoisuutta vahvistava lopputulos saadaan aikaan, jos lohcareilla pystytään imitoimaan mahdollisimman läheisesti luonnonmukaisia elinympäristöjä. (Liversage ja Chapman. 2018. s. 1–15.)

Lahdet, niemekkeet ja poukamat lisäävät rantakasvillisuuden monimuotoisuutta verrattuna suoraan rantaviivaan ja lisäävät näin teoriassa muunkin rannoista riippuvaisen lajiston monimuotoisuutta. Lisääntyvä kasvillisuus myös parantaa vedenlaatua lisäämällä vettä puhdistavan rantakasvillisuuden määrää (France. 2003). Monimutkaisempi alue myös lisää alueen vuorovaikutusta ympäristönsä kanssa – olipa se sitten positiivista tai negatiivista. (Dramstad et al. 1996. s.31.)

Kaiken kaikkiaan, mitä moninaisempia materiaaleja ja pohjamuotoja käytetään, sitä useampi laji pystyy niistä hyötymään (Kostamo et al. 2018. s. 50).

**Kaavio 2.** Rantaviivan pituuden maksimoiminen luo luonnoneliöille enemmän valikoimaa pesintä- ja elinalueiden suhteen ja parantaa vedenlaatua lisäämällä vettä puhdistavan rantakasvillisuuden määrää.

Lähde: France 2003, s. 51-53 mukaillen.



#### 4.4 Dynaaminen kasvillisuus

Suunniteltujen elinympäristöjen kasvillisuuden suunnittelu eroaa perinteisestä kasvillisuussuunnittelusta, koska niissä on mahdotonta määritellä kasvillisuutta samalla tarkkuudella kuin perinteisissä istutussuunnitelmissa. Suunnitelluissa elinympäristöissä päämääränä on luoda itsenäisesti toimiva kasvillisuus, ja maaperän siemenpankki ja kasvien luonnollinen leviäminen alueelle ovat olennaisessa osassa. (Andelin. 2019.)

Rakennettujen biotooppien suunnittelussa kasvivalikoima perustuu pääasiassa vastaavanlaisiin luonnollisiin biotooppien luonnonkasvikantoihin, jolloin niiden sopivuus rakennetun biotoopin olosuhteisiin tulisi olla hyvä. (Andelin. 2019.) Monilajiset ja monimuotoiset kasvillisuusalueet ovat yleensä toimivampia ja pärjäävät paremmin stressitilanteissa kuin yksi- tai vähälajiset kasvillisuusalueet (Dunnett. 2014).

Muutos ja ennustamattomuus vuodesta ja vuodenajasta riippuen on tyypillistä dynaamiselle kasvillisuudelle. Ympäristössä tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi tietyn lajin esiintymiseen vuodesta toiseen tai vuodenajasta toiseen. Andelin (2019) kuvaa asian esimerkillä siitä, kuinka yhtenä vuonna kuivuus voi lähes hävittää tietyn kasvin sen perinteisestä elinympäristöstä, ja toisena vuonna sama laji voi olla yksi valtalajeista.

Dynaamisessa kasvillisuudessa pyritään ottamaan huomioon kasvien ja kasviyhdykskuntien elinkierto sekä kasvien välinen kilpailu ja vuorovaikutus. Kasvillisuuteen suhtaudutaan muuntuvana resurssina, eikä kasvin varsinaisella istutuskohdalla ei ole niin suurta merkitystä. Istutuskohdan rooli on pikemmin toimia alkupisteenä tulevalle kehitykselle ja suksessiolle. (Dunnett. 2014; Andelin. 2019.)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kandidaatintyössä kartoitettiin millaisia asioita kaupunkirantojen suunnittelussa tulisi huomioida, jotta kaupunkien rannat toimisivat kaupunkien vaatimusten puitteissa, mutta myös tarjoaisivat suotuisia pesimä- ja elinympäristöjä vesirajassa elävälle runsaalle lajimäärälle. Samoin haluttiin luoda katsaus tämänkaltaisen suunnittelun aikaansaamiin hyötyihin.

Työssä keskityttiin tarkastelemaan elinympäristöjen toimintaehtoja muotoilun, materiaalien ja rantakasvillisuuden näkökulmasta, sekä niiden luoman ekosysteemin mahdollisuuksia toimia ihmistä hyödyttävänä rakenteena. Elinympäristön rakentaminen edellyttää tietenkin myös maaperän muokkausta toivotulle kasvillisuustyypille sopivaksi, sekä sopivan pienilmaston luomista paikalle, mutta työlle asetettujen tavoitteiden ja rajausten takia nämä osa-alueet rajattiin tästä työstä pois. Samasta syystä keskityttiin tarkastelemaan rantaekosysteemejä lähinnä Itämeren ympäristön näkökulmasta.

### **Rantaluonnon tilanne Suomessa ja kaupunkien vaikutukset**

Tällä hetkellä Itämeren rannikoluonnon tila on heikko, ja meren rehevöityminen muodostaa suurimman uhan sekä rantojen vedenalaisille, että mantereisille osille. Tehokkain rehevöitymisen hallinnan keino on puuttua rehevöitymiseen ennaltaehkäisevästi hulevesien viivytyksellä. Hyvä hulevesien ravinnekuormaa vähentävä imeytysjärjestelmä parantaa samalla siniverkoston monimuotoisuutta ja kytkeytyneisyyttä, tukien sen elinvoimaa. Myös rantarakentaminen uhkaa rantojen luontotyyppejä.

Suomen merenrannoista on tarkasteltujen raporttien mukaan rakentunut vuosien 1999 ja 2005 aikana 8%, ja rakennetuimpia ovat rannikon kaupunkien ja lähikuntien rannat erityisesti Etelä- ja Länsi-Suomessa. Kaupunkien

tiivistyessä virkistysalueiden käyttäjämäärät lisääntyvät, mikä näkyy virkistysalueiden kulumisena. Kaupungeissa rantaluontoa uhkaavat myös ilmansaasteet, öljy- ja kemikaalivuodot, rehevöityminen sekä aggressiivisesti leviävät vieraslajit.

Meriluonto on erityisen herkkä muutoksille, sillä vesi kuljettaa vieraita aineita nopeasti laajalle alueelle. Vesistöjen hoidon ja käytön suunnitteluun sekä menetettyjen luontoalueiden suunnitteluun on kuitenkin alettu kiinnittämään enenevässä määrin huomiota. Suomessa monimuotoisuuden lisäämiseen tähtäävät toimenpiteet ovat olleet enimmäkseen ennallistamista tai hoito-toimenpiteitä. Meriluonnon monimuotoisuuden kompensointi on haastavampaa kuin maalla tapahtuva kompensointi, ja meriluontotyypeille onkin vastikään tehty omat kompensaatiosuosituksensa.

Rannat ovat erityisen suosittuja virkistysympäristöjä, mutta tällä hetkellä niillä ei ole luokitusta viheralueiden hoitoluokituksessa. Rantojen arvot tunnistetaan, mutta toistaiseksi puuttuu niiden ylläpitoon velvoittava järjestelmä.

Tämänhetkiset käytännöt maankäytössä muodostavat monimuotoisuudelle uhan globaalissa mittakaavassa. Maankäytön muodostama suurin uhka monimuotoisuudelle syntyy elinympäristöjen pirstoutumisesta. Ekologinen verkosto tarvitsee toimiakseen riittävän monipuolisten elinympäristöjen muodostaman valikoiman, jossa on sekä laajoja luonnon ydinalueita että niitä yhdistäviä viherkäytäviä.

Tehokkaat keinot viher- ja sinirakenteen kytkeytyneisyyteen vaikuttamisessa kaupungeissa löytyvät kaavoituksesta. Maankäyttöä suunniteltaessa tulee huomioida monimuotoisuuden ja ekosysteemien tarjoamien hyötyjen turvaaminen. Yleiskaava mahdollistaa suuremmassa mittakaavassa viher- rakenteen suunnittelun sekä viheryhteyksien säilyttämisen ja eheyttämisen. Elinympäristöjen yhtenäisyys ja suuri koko ovat olennaisia eliöpopulaatioiden selviytymiselle ja elinvoimaisuudelle.

## Luontopohjainen suunnittelu kaupunkirannassa

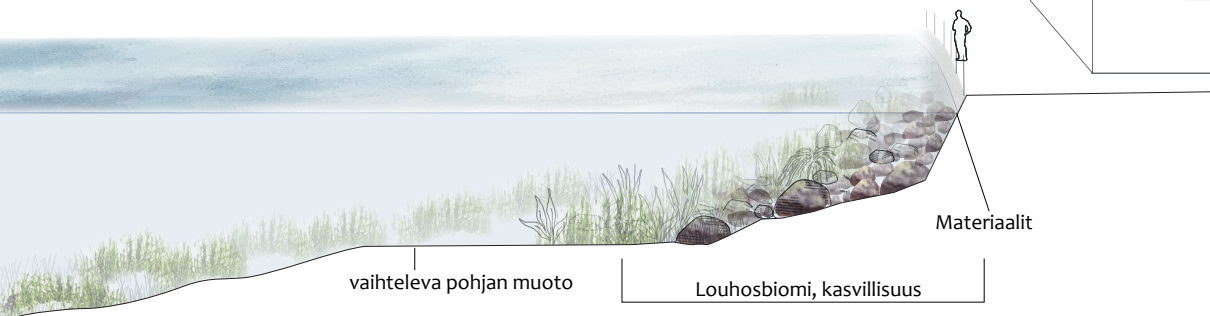
Rakennettujen elinympäristöjen on nykytutkimuksen valossa mahdollista parhaassa tapauksessa olla hyötynäkökulmasta jopa parempia kuin luonnolliset ekosysteemit. Tarkoituksenmukaisesti suunniteltu rantakasvillisuus lisää rakennettujen rakenteiden eheyttä ja tehokkuutta, ja lisäksi kasvillisuus tuottaa monia ekosysteemipalveluita.

Rantakosteikon luominen lisää alueen kalakantoja, mikä taas tukee kalatalouden tuotantoa ympäröivillä alueilla. Rantojen virkistysarvo paranee kasvillisuuden lisääntyessä. Tulvaniittyjen laidunnus ylläpitää nykyisin uhanalaistuneita perinneympäristöjä, ja lisäksi mahdollistaa lihan ja maidon lähituotannon.

Perinteiset tukirakenteet ja pystysuorat rantavallit saattavat lisätä eroosiovaikutusta niiden eteen jäävien rannan osien osalta. Kasvillisuus vahvistaa tulva- ja patorakenteita ja ehkäisee aaltojen aiheuttamaa maaperän eroosiota sekä vähentää merenpohjan eroosiota. Lisäksi niin ranta- kuin vesikasvillisuus vähentää myrskytuhoja vähentämällä aaltojen rannikoihin kohdistamaa voimaa. Vesikasvillisuudella voidaan vaikuttaa myös veden virtausnopeuksiin. Rantakosteikot lisäävät hiilen sitoutumista meren sedimentteihin, ja vähentävät valuma-alueen hulevesien tuomaa ravinnekuormaa.

Kuva 1. Tekninen ranta. Ei mittakaavassa.

Leviä edistävät materiaalit, louhosbiomi, merenpohjan kasvillisuus ja vaihtelevuus parantavat teknisen rannan monimuotoisuutta. Rantavallin edustan louhosbiomi suojaa vallin juurta eroosiolta, louhosbiomiin liittyvä kasvillisuus vahvistaa rakenteiden eheyttä ja biomin kolot ja onkalot tarjoavat merieliöille elinympäristöjä.





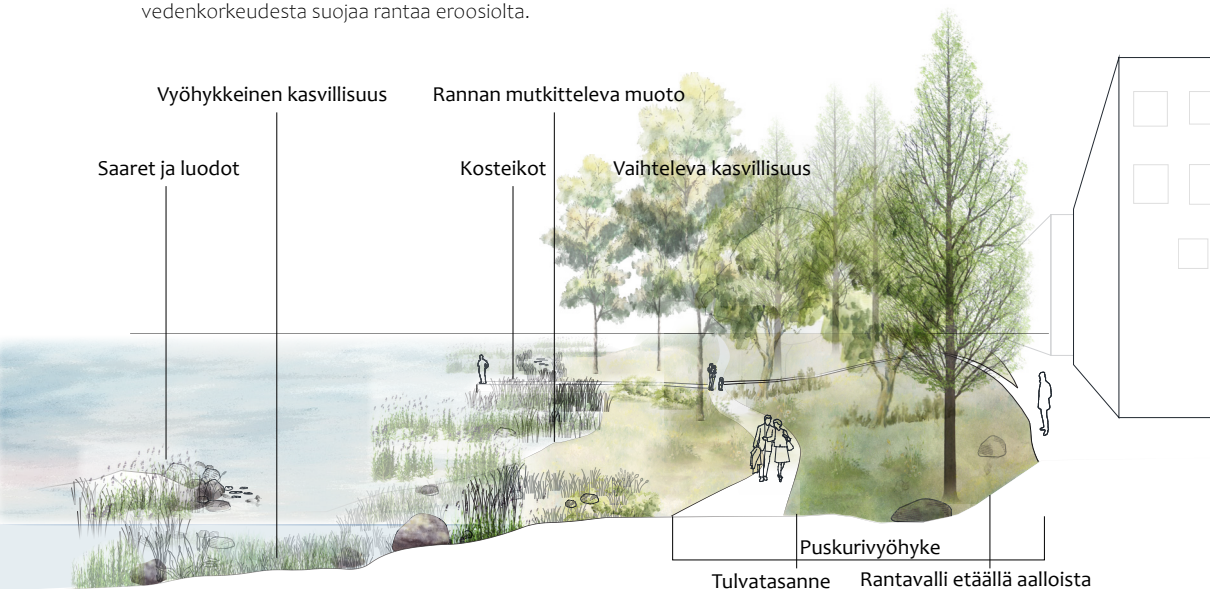
Rannat ovat erityisen suosittuja virkistysalueita, ja houkuttelevat ihmisiä levähtämään luonnon äärelle. Luontokosketus lisää ihmisen hyvinvointia niin fyysisesti kuin henkisesti. Kaupunkirantojen laatuun ja toimintakykyyn panostaminen vaikuttaisi siis laajaan käyttäjäkuntaan.

Vyöhykkeinen, poukamainen ja rakenteellisesti vaihteleva ranta tukee monimuotoisuutta parhaiten, jyrkkä ja suora ranta huonoiten. Mitä moninaisempia materiaaleja ja pohjamuotoja käytetään, sitä useampi laji pystyy niistä hyötymään. Virkistysalue tai muu puskurivyöhyke luonnontilaisen alueen ja rakennetun alueen välillä suojaaa luonnontilaista rantaa häiriöiltä. Mielekkäästi sijoitellut kulkureitit suojaavat luontoa spontaanisti syntyvien polkujen kulutavalta vaikutukselta.

Saaret ja aallonmurtajat vähentävät aaltojen rantaan kohdistamaa eroosiotta hajottamalla sekä aaltoja, että tuulen matkaa avoimen veden päällä, mikä vähentää aaltojen muodostumista.

Kuva 2. Kaavio luontopohjaisesti suunnitellusta virkistysrannasta. Ei mittakaavassa.

Rannan mutkittileva muotoilu, vyöhykkeinen kasvillisuus, kosteikot linnuille ja kaloille, vaihteleva kasvillisuus, ja puskurivyöhykkeenä toimiva virkistysalue tukevat luonnon toimintaa. Virkistyskäyttöön tarkoitetut erilliset, mielekkäät kulkureitit suojaavat kenttäkerroksen kasvillisuutta. Tulvavalli on vahvistettu ruohokasvillisuudella, jonka juuristo pitää maavallin paikoillaan. Vallin sijoittelu riittävän kauas normaalista vedenkorkeudesta suojaa rantaa eroosiolta.



Suunniteltujen elinympäristöjen kasvillisuuteen tulee suhtautua muuntuvana resurssina, joka saa elää omaa elämäänsä ja vaihdella ympäristön muutoksiin reagoiden. Tämä muodostaa haasteen kaupunkiympäristössä, jossa perinteisesti kasvillisuus on hallittua ja suunniteltua. Rakennettujen elinympäristöjen suunnittelussa kasvivalikoima perustuu pääasiassa vastaavanlaisten luonnollisten elinympäristöjen luonnonkasvikantoihin.

Toimiva ekologinen verkosto on oleellinen luonnonalueiden, metsäalueiden ja kaupunkien viheralueiden ekologiselle toiminnalle ja luonnon monimuotoisuuden säilymiselle. Verkoston kautta lajimäärä ja lajikoostumus säilyvät potentiaalisilla elinalueilla tasapainossa. Yhtenäinen ekologinen verkosto hyödyttää varjopuolena myös vieraslajien levittäytymistä.

Materiaaleista ja uuselinympäristökokeiluista löytyy jo jonkin verran tietoa. Työssä käytetyn kirjallisuuden perustella näyttäisi siltä, että kompensointi on mahdollista tehdä suhteellisen tehokkaasti, ja että ihmisen luomat ekosysteemit kelpaavat eliöille elinympäristöiksi.

Lisää tutkimusta tarvitaan kuitenkin uuselinympäristöjen toimivuudesta, elinkaaresta ja vaikutuksista ympäröivään luontoon pitkällä aikavälillä. Erityisesti Itämeren ympäristöön sijoittuvista uuselinympäristöistä tarvitaan lisää aineistoa, koska Itämeren murtovesialtaan olosuhteita ei voi suoraan yleistää valtamerien kokeiluista saatuun tietoon, ja Itämereltä kerättyä tietoa on vielä hyvin niukasti. Lisäksi koko valuma-alueen käsittävistä vesistöjen kunnostusprojekteista ei ole vielä saatu pitkäaikaisia tutkimuksia. Sopivaa sovellettavaa tietoa kuitenkin löytyi erityisesti SYKE:n teettämistä raporteista sekä ympäristöministeriön raporteista.

Osa lähdemateriaalista koostui teoriasta ja oli osittain valtamerten ympäristöistä kerättyä tietoa. Näin ollen sen soveltuvuus Itämeren murtovesialtaan ympäristöön sellaisenaan ei ole ongelmallista. Näistäkin materiaaleista oli kuitenkin mahdollista hyödyntää materiaalien rakenteen vaikutusta eliöiden runsauteen ja kasvillisuuden vaikutusta aallokon kuluttavaan vaikutukseen sekä myrskytuhoihin, koska veden liikkeitä ja myrskytuhot ovat samankaltaisia ympäri maailmaa.

## LÄHDELUETTELO

Andelin, I., 2019. *Hakaniemenrannanrantabiotoopi – suunnitellut elinympäristöt kaupunkiluonnon monimuotoisuuden tukena*. Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Arkkitehtuurin laitos. Maisema-arkkitehtuurin koulutusohjelma. Diplomityö

Cheong, S.-M., Silliman, B., Wong, P.P., van Wesenbeeck, B., Choong-Ki Kim, C.-K., Guannel, G. 2013. *Coastal adaptation with ecological engineering*. Nature climate change, vol 3, September 2013.

Dramstad, Wenche, E., Olson, James D., Forsman, Richard T. T. 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. ISBN 1-559-63514-2

Dunnett, N., 2014. *The dynamic nature of plant communities – pattern and process in designed plant communities*. *The Dynamic Landscape*. Toim. Dunnett, N., Hitchmough, J. Abingdon, Routledge

France, R. 2003. *Wetland Design*. ISBN 0-393-73073-5

Granö, O., Roto, M. & Laurila, L. 1999. *Environment and land use in the shore zone of the coast of Finland*. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Turkuensis

Helsingin kaupunki. 2010. *Helsingin luonnon monimuotoisuuden turvaaminen: Toimintaohjelma 2008–2017*. Ympäristökeskus. Haettu 07.04.2020

Helsingin kaupunki. 2017. *Ekosysteemipalvelut aluesuunnittelussa*. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2017:2 / Arkkitehtuuriosasto.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.

IPBES. 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, J., Brondízio E.S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R. Roy, Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis. K. J., Zayas, C. N. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 sivua. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579> Lainattu 30.04.2020

Järvelä, J. 1998. *Luonnonmukainen vesirakennus : periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa*. Espoo: Teknillinen korkeakoulu.

Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018. *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet*. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018.

Laurila, L. & Kalliola, R. 2008. *Rakennetut meren rannat 2005*. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 3/2008

Liversage, K. & Chapman, MG. (2018). *Coastal ecological engineering and habitat restoration: Incorporating biologically diverse boulder habitat*. Marine Ecology Progress Series. 593. 10.3354/meps12541.

Mitsch, W. J. & Jørgensen, S. E. 2003. *Ecological engineering: A field whose time has come*. Ecological Engineering 20 (5).

Naskali, A., Hiedanpää, J., Suvantola, L. 2006. *Biologinen monimuotoisuus talouskysymyksenä*. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 48/2006

Niemelä, J., Kotiaho, J., von Weissenberg, M. 2018. *Tiivistelmä globaalista elinympäristöjen heikennyksen ja ennallistamisen arviointiraportista (IPBES-6 plenary outcomes 2018)* Ympäristöministeriö ja Ympäristötiedon foorumi.

Kostamo, K., Pekkonen, M., Ahlroth, P., Heikkinen, R., Kallasvuo, K., Kuningas, S., Laamanen, L., Lappalainen, A., ja Veneranta, L. 2018. *Ekologiset kompensatiot Suomen rannikolla ja merialueilla*. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.

Li, R.-M. & Shen, H.W. 1973. *Effect of tall vegetations on flow and sediment*. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 99(5): 793-814.

Paloniemi, R., Hautamäki, R., Ariluoma, M., Kehvola, H-M., Hankonen, I., Häyrynen, M., ... Matila, A. (2019). *Luontopohjaisten ratkaisujen käytännön toteuttaminen maakunnissa ja kunnissa*. (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja; Vuosikerta 2019, Nro 49). Helsinki.

Parajuli, A., Hui, N., Puhakka, R., Oikarinen, S., Grönroos, M., Selonen, V. A.O. , Siter, N., Kramna, L., Roslund, Marja I., Vari, Heli K., Nurminen, N., Honkanen, H., Hintikka, J., Sarkkinen, H., Romantschuk M., Kauppi, M., Valve, R., Cinek, O., Laitinen, O. H., Rajaniemi, J., Hyöty, H., Sinkkonen, A. , ADELE tutkimusryhmä. 2020. *Yard vegetation is associated with gut microbiota composition*. Science of the Total Environment 713 136707

Pfeifer, J. P. 1979. Kaupunkimallit: Niiden synty ja kehitys. Espoo: YJK.

Ryttäri, T., Heiskala, K., Kekäläinen, H., Koskela, K., von Numers, M., Rinkineva-Kantola, L., Syrjänen, K., 2014. *Itämeren hiekkarantojen ja dyynien hoito*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Similä, M., Junninen, K., 2011. *Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas*. Helsinki: Metsähallitus.

Stigsdotter, U.K., Ekholm, O., Schipperijn, J., Toftager, M., Kamper-Jørgensen, F., Randrup, T.B. 2010. *Health promoting outdoor environments - Associations between green space, and health, health-related quality of life and stress based on a Danish national representative survey*. Scandinavian Journal of Public Health, vol. 38, 4: s. 411-417.

Viitasalo, M., Ekebom, J., Kostamo, K. 2017. *Kohti viisaampaa merenkäyttöä*. Julk.: Viitasalo, M., Kostamo, K., Hallanaro, E.-L., Viljanmaa, W., Kiviluoto, S., Ekebom, J. & Blankett, B. (toim.) *Meren aarteet*. Helsinki, Gaudeamus Oy. s. 166-181

Väre, Seija & Krisp, Jukka. 2005. *Ekologinen verkosto ja kaupunkien maankäytön suunnittelu*. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 780

Watson, D. & Adams, M. 2011. *Design for flooding: Architecture, landscape, and urban design for resilience to flooding and climate change*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.

## KUVALÄHTEET

**Kansikuvat 1 ja 2.** Tekijät Sonja Kinner & Hasan Cengiz

**Kaavio 1.**

- Liversage, Kiran & Chapman, MG. (2018). *Coastal ecological engineering and habitat restoration: Incorporating biologically diverse boulder habitat*. Marine Ecology Progress Series. 593. 10.3354/meps12541.

**Kaavio 2.** Tekijä: Sonja Kinner

- France, R. 2003. *Wetland Design* s. 51-53

**Kuva 1.** Tekijä: Sonja Kinner

- Dramstad, Wenche, E., Olson, James D., Forsman, Richard T. T. 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*
- Liversage, Kiran & Chapman, MG. (2018). *Coastal ecological engineering and habitat restoration: Incorporating biologically diverse boulder habitat*. Marine Ecology Progress Series. 593. 10.3354/meps12541.
- Watson, D. & Adams, M. 2011. *Design for flooding: Architecture, landscape, and urban design for resilience to flooding and climate change*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.

**Kuva 2.** Tekijä: Sonja Kinner

- Andelin, I., 2019. *Hakaniemenrannan rantabiotoopi – suunnitellut elinympäristöt kaupunkiluonnon monimuotoisuuden tukena*. Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Arkkitehtuurin laitos. Maisema-arkkitehtuurin koulutusohjelma. Diplomityö
- Dramstad, Wenche, E., Olson, James D., Forsman, Richard T. T. 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*
- France, R. 2003. *Wetland Design*
- Helsingin kaupunki. 2017. *Ekosysteemipalvelut aluesuunnittelussa*. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2017:2 / Arkkitehtuuri- ja suunnitteluosasto.
- Liversage, Kiran & Chapman, MG. (2018). *Coastal ecological engineering and habitat restoration: Incorporating biologically diverse boulder habitat*. Marine Ecology Progress Series. 593. 10.3354/meps12541.